

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-335567

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/205

21/3065

H 0 5 H 1/46

B 9216-2G

H 0 1 L 21/ 302

B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平6-132034

(22) 出願日

平成6年(1994)6月14日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 馬淵 博嗣

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 小町 恭一

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井内 龍二

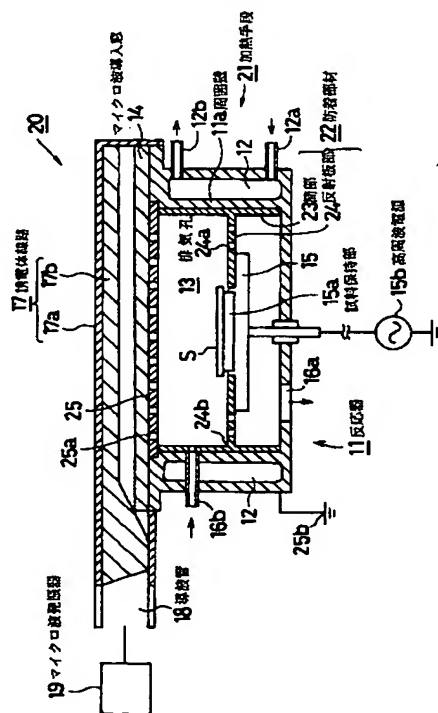
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【構成】 反応器11を加熱・保持するための加熱手段21と、周囲壁11a内側に密接した筒部23及び反射板部24が一体的に形成された防着部材22とを備えているマイクロ波プラズマ処理装置。

【効果】 反射板部24により低圧の反応室13内にプラズマを高密度に発生させることができ、加熱手段21により防着部材22を所定温度に加熱・保持することができ、酸化Si膜をより高い選択比でエッチングすることができる。また、プラズマ処理を連続的に再現性よく行うことができる。また、使用中の防着部材22と洗浄済の防着部材とを交換して簡単に反応室13内の清浄化を図ることができ、装置の稼働率を高めることができ、パーティクルの発生を防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マイクロ波発振器と、マイクロ波を伝送する導波管と、該導波管に接続された誘電体線路と、該誘電体線路に対向配置されたマイクロ波導入窓を有する反応器と、該反応器内に設けられた試料保持部と、該試料保持部に高周波電界または直流電界を印加する電界印加手段とを備えたマイクロ波プラズマ処理装置において、前記反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、及び前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部が一体的に形成された防着部材とを備えていることを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【請求項 2】 マイクロ波発振器と、マイクロ波を伝送する導波管と、該導波管に接続された誘電体線路と、該誘電体線路に対向配置されたマイクロ波導入窓を有する反応器と、該反応器内に設けられた試料保持部と、該試料保持部に高周波電界または直流電界を印加する電界印加手段とを備えたマイクロ波プラズマ処理装置において、前記反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部、及び前記マイクロ波導入窓に当接して、もしくは前記マイクロ波導入窓と前記試料保持部との中間位置に配設され、アースされた透過孔を有する電極部が一体的に形成された防着部材とを備えていることを特徴とするマイクロ波プラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はマイクロ波プラズマ処理装置に関し、より詳細には例えば半導体素子基板等のエッチング装置、アッシング装置、薄膜形成装置等として用いられるマイクロ波プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 真空近くに減圧して容器内に反応ガスとマイクロ波を導入し、ガス放電を起こさせてプラズマを生成させ、このプラズマを基板表面に照射してエッチングや薄膜形成等の処理を行わせるマイクロ波プラズマ処理装置は、高集積半導体素子等の製造において欠くことができないものになっている。その中でも特に、プラズマの生成とプラズマ中のイオンの加速とがそれぞれ独立して制御可能なマイクロ波プラズマ処理装置は、ドライエッチング技術や薄膜形成における埋め込み技術にとって不可欠のものになってきており、その研究開発が進められている。

【0003】 図 8 はプラズマの生成とプラズマ中のイオンの加速とをそれぞれ独立して制御することを目的とし、特開平 5-144773 号公報において開示されているマイクロ波プラズマエッチング装置を模式的に示し

た断面図であり、図中 11 は略中空直方体形状の反応器を示している。反応器 11 はステンレス鋼、アルミニウム等の金属を用いて二重構造に形成され、この内部には冷却水等を通すための通流路 12 が形成されており、通流路 12 の下端部及び上端部には冷却水等の導入管 12a 及び排出管 12b がそれぞれ接続されている。通流路 12 の内側には反応室 13 が形成されており、反応室 13 の上部はマイクロ波導入窓 14 により気密状態に封止され、マイクロ波導入窓 14 はマイクロ波の透過性及び耐熱性を有し、かつ誘電損失が小さい石英ガラス、アルミナ (Al_2O_3) 等の誘電体板を用いて形成されている。反応室 13 内におけるマイクロ波導入窓 14 と対向する箇所には試料 S を保持するための試料保持部 15a と、これを載置する試料台 15 とが配設されている。試料保持部 15a には試料 S を保持する静電チャック等の吸着機構 (図示せず) と、試料 S を冷却する冷媒等を循環させるための冷却機構 (図示せず) とが配設されており、また試料 S 表面にバイアス電圧を発生させるための高周波電源 15b または直流電源が接続されている。反応器 11 の下部壁には排気装置 (図示せず) に接続された排気口 16a が形成され、反応器 11 の一側壁にはガス供給管 16b が接続されており、ガス供給管 16b を通って反応ガスが反応室 13 に供給されるようになっている。

【0004】 一方、反応器 11 の上方にはマイクロ波導入窓 14 を覆う態様で誘電体線路 17 が配設されており、誘電体線路 17 はアルミニウム (Al) 板等を用いて形成された蓋体 17a と、蓋体 17a 内面に貼着された誘電損失の小さいフッ素樹脂、ポリスチレン、ポリエチレン板等を用いて形成された誘電体層 17b とにより構成されている。誘電体線路 17 には導波管 18 が接続され、導波管 18 にはマイクロ波発振器 19 が接続されており、マイクロ波発振器 19 からのマイクロ波が、導波管 18 を介して誘電体線路 17 に導入されるようになっている。これら反応器 11、マイクロ波導入窓 14、試料保持部 15a、誘電体線路 17 等を含んでマイクロ波プラズマ処理装置 10 が構成されており、マイクロ波導入窓 14、誘電体線路 17 の水平断面積等を変えることにより、プラズマ処理面積が変えられるようになっている。

【0005】 このように構成されたマイクロ波プラズマ処理装置 10 を用い、例えば試料保持部 15a 上に載置された試料 S 表面にエッチング処理等を施す場合、まず排気口 16a から排気を行い、ガス供給管 16b から反応室 13 に所要の反応ガスを供給し、反応室 13 を所要のガス圧力に設定する。また冷却水等を導入管 12a から供給し、排出管 12b から排出することにより通流路 12 内に循環させる。次にマイクロ波発振器 19 においてマイクロ波を発振させ、このマイクロ波を導波管 18 を介して誘電体線路 17 に導入する。すると誘電体線路

17下方に電界が形成され、形成された電界がマイクロ波導入窓14を透過し、反応室13に供給されてプラズマを生成させる。これと同時に、高周波電源15bまたは前記直流電源を用いて試料保持部15aに高周波電界または直流電界を印加し、試料S表面にバイアス電圧を生じさせる。そしてこのバイアス電圧によりプラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとを制御しつつ、プラズマを試料S表面に当ててエッチング処理等を施す。

【0006】また、図示しないがマイクロ波プラズマ処理装置10において、マイクロ波導入窓14の下面に当接し、あるいはマイクロ波導入窓14と試料保持部15aとの中間の所定箇所例えばA1板製の電極部が配設されたものが提案されている(特開平6-104098号公報)。この電極部にはプラズマ透過用の透孔が形成されるとともに、前記電極部は接地されており、試料保持部15aに高周波電界または直流電界を印加した際におけるプラズマ電位が安定するため、試料S表面に安定したバイアス電圧が生じ、前記プラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化が図れるようになっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで最近、反応室13の側壁を加熱することにより、プラズマの放電エネルギーで生成される反応生成物または分解生成物(以下、単に生成物と記す)が反応室13側壁に付着するのを抑制し、試料S表面近傍における前記生成物の密度を増加させる方法が提案されている(特開平4-256316号公報)。この方法によれば、酸化Si(SiO₂)膜のエッチングにおいて下地シリコン(Poly-Si)膜に対してSiO₂膜が高選択比でエッチングされる。

【0008】しかし、マイクロ波プラズマ処理装置10においては、反応室13側壁を加熱した場合でも反応室13側壁に前記生成物が少量ずつ付着して堆積膜が形成され易く、これが反応室13側壁から剥離してパーティクルとなり、試料S表面に付着してプラズマ処理に悪影響を及ぼすという問題があった。このパーティクルの発生を防止するため、前記堆積膜を酸素プラズマを用いたin-situクリーニングにより除去しているが、このドライ洗浄工程に手間が掛かり、プラズマ処理の効率を低下させるという課題があった。また前記電極部が配設された装置において、反応室13側壁を加熱した場合でも前記酸化Si膜を高選択比でエッチングすることが難しく、したがってエッチング形状の適正化を図るのが困難であるという課題があった。また試料Sとしてのウエハにプラズマ処理を1枚ずつ連続的に施してゆくと、前記選択比が次第に変化し、効率的なプラズマ処理を常時再現性よく行うことが難しいという課題があった。

【0009】本発明はこのような課題に鑑みなされたも

のであり、比較的低压状態における反応室内にプラズマを高密度に発生させることができ、また試料表面に安定したバイアス電圧を発生させてプラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化を図ることができるとともに、酸化Siに高選択比でのエッチングを施すことができ、試料に効率的なプラズマ処理を再現性よく連続的に施すことができ、かつメンテナンスが容易なマイクロ波プラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置は、マイクロ波発振器と、マイクロ波を伝送する導波管と、該導波管に接続された誘電体線路と、該誘電体線路に対向配置されたマイクロ波導入窓を有する反応器と、該反応器内に設けられた試料保持部と、該試料保持部に高周波電界または直流電界を印加する電界印加手段とを備えたマイクロ波プラズマ処理装置において、前記反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、及び前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部が一体的に形成された防着部材とを備えていることを特徴としている

(1)。

【0011】また本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置は、マイクロ波発振器と、マイクロ波を伝送する導波管と、該導波管に接続された誘電体線路と、該誘電体線路に対向配置されたマイクロ波導入窓を有する反応器と、該反応器内に設けられた試料保持部と、該試料保持部に高周波電界または直流電界を印加する電界印加手段とを備えたマイクロ波プラズマ処理装置において、前記反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部、及び前記マイクロ波導入窓に当接して、もしくは前記マイクロ波導入窓と前記試料保持部との中間位置に配設され、アースされた透過孔を有する電極部が一体的に形成された防着部材とを備えていることを特徴としている

(2)。

【0012】

【作用】図7に示したように低压下においてもエネルギー効率を高めることができるように反射板44が配設された装置の場合、反射板44の内周部44bが試料台15の外側上部に直接的に支持される一方、反射板44の外周部44cと反応器11の周囲壁11aとは直接的に接続されておらず、隙間44dが生じ易い。この結果、周囲壁11aの温度を制御しても熱伝導が隙間44dにより阻害され易く、反射板44の温度は制御され難い。

【0013】上記構成のマイクロ波プラズマ処理装置

(1)によれば、反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、及び試料保持部周辺のマイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部が一体的に形成された防着部材とを備えているので、前記反射板部により比較的低压に設定された反応室内にプラズマを高密度に発生させ得ることとなり、また前記加熱手段により前記周囲壁を介して前記防着部材を所定温度に加熱・保持し得るため、前記防着部材に生成物が付着するのを減少させ得ることとなる。この結果、試料表面近傍に分布する前記生成物の密度を高め得るとともに、前記生成物を高密度状態に維持させ得ることとなる。したがって下地 Si 膜に対して酸化 Si 膜をより高い選択比でエッチングし得るとともに、前記試料に効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施し得ることとなる。また前記防着部材により前記生成物が前記反応器の周囲壁に直接付着するのを防止し得るとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の前記防着部材と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単に前記反応室内の清浄化を図り得ることとなる。したがって装置稼働率を高め得るとともに、パーティクルの発生を防止し得ることとなる。

【0014】また上記構成のマイクロ波プラズマ処理装置(2)によれば、反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部、及び前記マイクロ波導入窓に当接して、もしくは前記マイクロ波導入窓と前記試料保持部との中間位置に配設され、アースされた透過孔を有する電極部が一体的に形成された防着部材とを備えているので、前記反射板部により比較的低压に設定された反応室内にプラズマを高密度に発生させ得ることとなる。また前記電極部により試料表面に安定したバイアス電圧を発生させ得るため、プラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化を図り得ることとなる。また前記加熱手段により前記周囲壁を介して前記防着部材を所定温度に加熱・保持し得るため、前記防着部材に生成物が付着するのを減少させ得ることとなる。この結果、前記試料表面近傍に分布する前記生成物の密度をより一層高め得るとともに、前記生成物を高密度状態に維持させ得ることとなる。したがって下地 Si 膜に対して酸化 Si 膜をより一層高い選択比でエッチングし得るとともに、前記試料に効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施し得ることとなる。また前記防着部材により前記生成物が前記反応器の周囲壁や前記マイクロ波導入窓下面に直接付着するのを防止し得るとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の前記防着部材と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単、かつ確実に前記反応室内の清浄化を図り得ることとなる。したが

って装置稼働率を一層高め得るとともに、パーティクルの発生を一層防止し得ることとなる。

【0015】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置の実施例を図面に基づいて説明する。なお、従来例と同一機能を有する構成部品には同一の符号を付すこととする。図1は本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置の実施例(1)を模式的に示した断面図であり、図中11は略中空直方体形状の反応器を示している。反応器11はステンレス鋼、アルミニウム等の金属を用いて二重構造に形成され、この内部には熱媒体を通すための通流路12が形成されており、通流路12の下端部及び上端部には熱媒体の導入管12a及び排出管12bがそれぞれ接続されている。さらに導入管12aと排出管12bとは図示しない供給ポンプ、温度調整装置、熱媒体用タンク等に接続されている。これら通流路12、供給ポンプ、温度調整装置等を含んで加熱手段21が構成されており、前記温度調整装置により常時所定温度に設定された熱媒体が通流路12内を所定流量で循環するようになっている。

【0016】反応器11の周囲壁11a内側にはこれを覆う筒部23が周囲壁11aに密接して配設されており、筒部23は例えばA1を用いて略円筒形状に形成されている。また試料保持部15a周辺のマイクロ波導入窓14と対向する箇所には反射板部24が配設されており、反射板部24は例えばA1を用いて略リング板形状に形成されるとともに、所定寸法に設定された複数の排気孔24aが形成されている。反射板部24の外周部24bは筒部23内壁面の所定箇所に接続されており、これら筒部23と反射板部24とにより防着部材22が構成されている。そして加熱手段21により周囲壁11aが加熱されると、筒部23と反射板部24とが所定温度に加熱・保持されるようになっている。なお、加熱手段としては上記熱媒体を用いた加熱手段21に限定されるものではなく、ヒータ等により周囲壁11aを直接加熱するものでもよい。

【0017】マイクロ波導入窓14の下面に当接して複数の透孔25aを有する例えばA1板製の電極部25が配設されており、電極部25下面と防着部材22上端部とは接続されておらず、図示できない程度隙間は生じている。また電極部25の外周部は反応器11上部に支持されており、電極部25は反応器11を介して接地25bされるようになっている。その他は図8に示した従来の装置と同様に構成されており、これら反応器11、マイクロ波導入窓14、加熱手段21、防着部材22、電極部25等を含んでマイクロ波プラズマ処理装置20が構成されている。

【0018】このように構成されたマイクロ波プラズマ処理装置20を用い、例えば試料保持部15a上に載置された試料S表面にエッチング処理等を施す場合、まず

排気口16aから排気を行い、ガス供給管16bから反応室13に所要の反応ガスを供給し、反応室13を所要のガス圧力に設定する。また所定温度に設定された熱媒体を通流路12内に循環させ、周囲壁11aを介して防着部材22を所定温度に加熱・保持させる。次にマイクロ波発振器19においてマイクロ波を発振させ、このマイクロ波を導波管18を介して誘電体線路17に導入する。すると誘電体線路17下方に電界が形成され、形成された電界がマイクロ波導入窓14と電極部25の透孔25aとを透過し、反応室13に供給されてプラズマを生成させる。これと同時に、高周波電源18または前記直流電源を用いて試料保持部15aに高周波電界または直流電界を印加し、試料Sにバイアス電圧を生じさせる。そしてこのバイアス電圧によりプラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとを制御しつつ、プラズマを試料S表面に当ててエッチング処理等を施す。

【0019】また防着部材22に堆積膜が形成された場合、新しい防着部材22に交換して直ちにプラズマ処理工程を実施する一方、使用した防着部材22は別工程によりウェット洗浄を行い、前記堆積膜を除去する。

【0020】以下に、マイクロ波プラズマ処理装置20を用い、試料Sにプラズマ処理を施した結果について説明する。処理条件を下記の表1に示した。

【0021】

【表1】

| | | |
|------------|------------------|----------|
| 反応ガス 流量 | CF ₄ | 35 sccm |
| | CHF ₃ | 35 sccm |
| 圧力 | | 20 mTorr |
| マイクロ波 | 周波数 | 2.45 GHz |
| | 電力 | 1300 W |
| 熱媒体 | 種類 | オイル |
| | 温度 | 40~200℃ |

【0022】図7は比較例に用いた装置を模式的に示した断面図であり、図中15aは試料保持部を示している。試料保持部15a周辺のマイクロ波導入窓14と対向する箇所には反射板44が配設されており、反射板44の内周部44bは試料台15の外側上部に直接的に支持される一方、反射板44の外周部44cと周囲壁11aとは接続されておらず、隙間44dが生じている。反射板44はA1を用いて略リング板形状に形成されるとともに、反射板44には所定寸法に設定された複数の排気孔44aが形成されている。その他は筒部23が配設されていないことを除き、図1に示した装置と同様に構成されており、これら反応器11、マイクロ波導入窓14、加熱手段21、反射板44、電極部25等を含んで比較例に用いた装置が構成されている。

【0023】図2は反応ガスをマイクロ波のみにより放電させた際、装置内の各部に形成される生成物膜の堆積速度と熱媒体の温度との関係について調査を行った結果を示したグラフであり、直線Aは実施例(1)の装置を用いた場合、直線Bは比較例の装置を用いた場合を示しており、またこれらに付した符号1、2、3はそれぞれ測定箇所としての試料S、筒部23または周囲壁11a、反射板部24または反射板44を示している。

【0024】図2から明らかなように、比較例の装置の場合における堆積速度は、熱媒体の温度が上昇してゆくと周囲壁11aでは次第に遅くなるが、反射板44、試料Sでは次第に速くなっている。一方、実施例(1)の装置の場合、熱媒体の温度が上昇してゆくと筒部23、反射板部24では次第に遅くなり、試料Sでは次第に速くなっている。また試料Sの堆積速度は、比較例の装置の場合に比べて実施例(1)の装置の場合はかなり速くなっている。すなわち熱媒体により周囲壁11aが所定温度に加熱されると、周囲壁11aまたは筒部23に生成物が堆積し難くなり、反応室13内の生成物密度は高められる。しかし比較例の装置の場合には反射板44への熱伝導が遅く、所定温度に設定され難いため、反射板44に生成物が堆積し易くなり、したがって試料S近傍の生成物密度が相対的に低くなる。一方、実施例(1)の装置の場合には反射板部24への熱伝導が速く、所定温度に設定され易いため、反射板部24に生成物が堆積し難くなり、したがって試料S近傍の生成物密度が相対的に高くなる。

【0025】次に試料保持部15aに周波数が400kHzの高周波電力(800W)を印加し、表1に示した条件により試料Sとしての直径が6インチのSiウエハ上に形成されたSiO₂膜と多結晶Si(Poly-Si)膜とにそれぞれエッチング処理を施し、SiO₂膜と多結晶Si膜のエッチング速度から求めたエッチング選択比(多結晶Si膜のエッチング速度に対するSiO₂膜のエッチング速度比)と熱媒体の温度との関係について調査を行った結果について説明する。

【0026】図3はエッチング選択比に及ぼす熱媒体温度の影響を調査した結果を示した曲線図であり、Aは実施例(1)の装置を用いた場合、Bは比較例の装置を用いた場合を示している。図3から明らかなように、周囲壁11aが所定温度に加熱されるとエッチング選択比は高くなった。また比較例の装置の場合に比べ、防着部材22が配設された実施例(1)の装置の場合、エッチング選択比はいずれの温度においても高くなった。

【0027】次に上記した条件により、試料Sとして多結晶Si膜上に酸化Si膜が形成され、さらにこの酸化Si膜上に直径が約2μmのホールパターンを有するレジスト膜が形成されたものを用い、通常のプロセスの場合における50%オーバーエッチングより多い100%オーバーエッチングを行った結果について説明する。

【0028】図4はエッチング処理を施した試料Sの表面近傍の断面をSEM (ScanningElectron Microscope : 走査型電子顕微鏡)により観察し、これを概略的にスケッチして示した図であり、(a)は実施例(1)の装置を用いた場合、(b)は比較例の装置を用いた場合を示している。また図中26aは試料S表面、26bはレジスト膜、26cは酸化Si膜、26dは多結晶Si膜、26eはホールをそれぞれ示している。図4から明らかなように、比較例の装置の場合、下地の多結晶Si膜26dが深さdほどエッチングされたが(b)、実施例(1)の装置の場合、多結晶Si膜26dと酸化Si膜26cとの略界面でエッチングが停止した(a)。

【0029】次に上記した条件により、試料Sとしてのウエハを1枚ずつ連続的にエッチング処理を施し、前記ウエハごとのエッチング速度を調査した結果について説明する。

【0030】図5は1枚目のウエハのエッチング速度に対する2枚目、3枚目、…のウエハにおける各エッチング速度の比(相対エッチング速度)をそれぞれプロットして示した曲線図であり、Aは実施例(1)の装置を用いた場合、Bは比較例の装置を用いた場合を示している。図5から明らかなように、比較例の装置の場合、連続処理を行なうと1枚目のウエハに比べて2枚目、3枚目、…のエッチング速度は次第に遅くなり、20枚目以降はエッチングがほとんど進行しなくなった。一方、実施例(1)の装置の場合、1枚目のウエハに比べて2枚目、3枚目、…のエッチング速度は次第に遅くなるが、約20枚目以降は1枚目のウエハにおけるエッチング速度の約80%程度で安定した。

【0031】上記した結果及び説明から明らかなように、実施例(1)に係るマイクロ波プラズマ処理装置では、反射板部24により低圧に設定された反応室13内にプラズマを高密度に発生させることができ、また加熱手段21により周囲壁11aを介して防着部材22を所定温度に加熱・保持することができるため、防着部材22に生成物が付着するのを減少させることができる。この結果、試料S表面近傍に分布する前記生成物の密度を高めることができるとともに、前記生成物を高密度状態に維持させることができる。したがって下地Si膜に対して酸化Si膜をより高選択比でエッチングすることができるとともに、試料Sに効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施すことができる。また防着部材22により前記生成物が反応器11の周囲壁11aに直接付着するのを防止することができるとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の防着部材22と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単に反応室13内の清浄化を図ることができる。したがって装置の稼働率を高めることができるとともに、パーティクルの発生を防止することができる。また電極部25により試料S表面に安定したバイアス電圧を発生させることができる

ため、プラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化を図ることができる。

【0032】図6は本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置の実施例(2)を模式的に示した断面図であり、図中24、23は図1に示したものと同様に形成された反射板部、筒部をそれぞれ示している。筒部23上にはマイクロ波導入窓14の下面に当接して複数個の透孔35aを有する例えばA1板製の電極部35が配設されており、電極部35は反応器11を介して接地25bされるようになっている。また反射板部24の外周部24bは筒部23内壁面の所定箇所に接続されるとともに、筒部23上端部は電極部35の外周部下面に接続されており、これら筒部23、反射板部24及び電極部35が一体化されて防着部材32が構成されている。そして加熱手段21により周囲壁11aが加熱されると、筒部23、反射板部24及び電極部35が所定温度に加熱・保持されるようになっている。その他は図1に示した装置と同様に構成されており、これら反応器11、マイクロ波導入窓14、加熱手段21、防着部材22、電極部25等を含んでマイクロ波プラズマ処理装置30が構成されている。

【0033】上記説明から明らかなように、実施例

(2)に係るマイクロ波プラズマ処理装置30では、反射板部24により比較的低下に設定された反応室13内にプラズマを高密度に発生させることができる。また電極部35により試料S表面に安定したバイアス電圧を発生させることができるため、プラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化を図ることができる。また加熱手段21により周囲壁11aを介して防着部材32を所定温度に加熱・保持することができるため、防着部材32に生成物が付着するのを減少させることができる。この結果、試料S表面近傍に分布する前記生成物の密度をより一層高めることができるとともに、前記生成物を高密度状態に維持させることができる。したがって下地Si膜に対して酸化Si膜をより一層高い選択比でエッチングすることができるとともに、試料Sに効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施すことができる。また防着部材32により前記生成物が反応器11の周囲壁11aやマイクロ波導入窓14下面に直接付着するのを防止することができるとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の防着部材32と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単、かつ確実に反応室13内の清浄化を図ることができる。したがって装置の稼働率を一層高めることができるとともに、パーティクルの発生を一層防止することができる。

【0034】なお、上記した実施例の装置では、いずれも電極部25、35がマイクロ波導入窓14下面に当接して配設されている場合について説明したが、別の実施例では、電極部25、35がマイクロ波導入窓14と試

料保持部 15 a との中間位置に配設されていてもよい。

【0035】また、上記した実施例の装置では、いずれも防着部材 22、32 の材料が A1 の場合について説明したが、導電性を有するとともに、熱伝導性に優れた材料であれば A1 以外の材料でもよい。

【0036】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置（1）にあっては、反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、及び試料保持部周辺のマイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部が一体的に形成された防着部材とを備えているので、前記反射板部により比較的低压に設定された反応室内にプラズマを高密度に発生させることができ、また前記加熱手段により前記周囲壁を介して前記防着部材を所定温度に加熱・保持することができるため、前記防着部材に生成物が付着するのを減少させることができる。この結果、試料表面近傍に分布する前記生成物の密度を高めることができるとともに、前記生成物を高密度状態に維持させることができる。したがって下地 Si 膜に対して酸化 Si 膜をより高い選択比でエッチングすることができるとともに、前記試料に効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施すことができる。また前記防着部材により前記生成物が前記反応器の周囲壁に直接付着するのを防止することができるとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の前記防着部材と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単に前記反応室内の清浄化を図ることができる。したがって装置の稼働率を高めることができるとともに、パーティクルの発生を防止することができる。

【0037】また本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置（2）にあっては、反応器の周囲壁を所定温度に加熱・保持するための加熱手段と、前記反応器の周囲壁内側に密接して配設された筒部、前記試料保持部周辺の前記マイクロ波導入窓と対向する箇所に配設された排気孔を有する反射板部、及び前記マイクロ波導入窓に当接して、もしくは前記マイクロ波導入窓と前記試料保持部との中間位置に配設され、アースされた透過孔を有する電極部が一体的に形成された防着部材とを備えているので、前記反射板部により比較的低压に設定された反応室内にプラズマを高密度に発生させることができる。また前記電極部により試料表面に安定したバイアス電圧を発生させることができるため、プラズマ中のイオンにおける方向性と加速エネルギーとのさらなる適正化を図ることができる。また前記加熱手段により前記周囲壁を介して前記防着部材を所定温度に加熱・保持することができるため、前記防着部材に生成物が付着するのを減少させることができる。この結果、前記試料表面近傍に分布する前記生成物の密度をより一層高めることができるとともに、前記生成物を高密度状態に維持させることができ

る。したがって下地 Si 膜に対して酸化 Si 膜をより一層高い選択比でエッチングすることができるとともに、前記試料に効率的なプラズマ処理を連続的に再現性よく施すことができる。また前記防着部材により前記生成物が前記反応器の周囲壁や前記マイクロ波導入窓下面に直接付着するのを防止することができるとともに、前記生成物の堆積膜が形成された使用中の前記防着部材と別途洗浄済の防着部材とを交換することにより、簡単、かつ確実に前記反応室内の清浄化を図ることができる。したがって装置の稼働率を一層高めることができるとともに、パーティクルの発生を一層防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置の実施例（1）を模式的に示した断面図である。

【図 2】反応ガスをマイクロ波のみにより放電させた際、装置内の各部に形成される生成物膜の堆積速度と熱媒体の温度との関係について調査を行った結果を示したグラフであり、直線 A は実施例（1）の装置を用いた場合、直線 B は比較例の装置を用いた場合を示しており、またこれらに付した符号 1、2、3 はそれぞれ測定箇所としての試料 S、筒部 23 または周囲壁 11 a、反射板部 24 または反射板 44 を示している。

【図 3】エッチング選択比に及ぼす熱媒体温度の影響を調査した結果を示した曲線図であり、A は実施例（1）の装置を用いた場合、B は比較例の装置を用いた場合を示している。

【図 4】エッチング処理を施した試料 S の表面近傍の断面を SEM により観察し、これを概略的にスケッチして示した図であり、（a）は実施例（1）の装置を用いた場合、（b）は比較例の装置を用いた場合を示している。

【図 5】1 枚目のウエハのエッチング速度に対する 2 枚目、3 枚目、…のウエハにおける各エッチング速度の比（相対エッチング速度）をそれぞれプロットして示した曲線図であり、A は実施例（1）の装置を用いた場合、B は比較例の装置を用いた場合を示している。

【図 6】本発明に係るマイクロ波プラズマ処理装置の実施例（2）を模式的に示した断面図である。

【図 7】比較例に用いた装置を模式的に示した断面図である。

【図 8】従来のマイクロ波プラズマエッチング装置を模式的に示した断面図である。

【符号の説明】

- 11 反応器
- 11 a 周囲壁
- 14 マイクロ波導入窓
- 15 a 試料保持部
- 15 b 高周波電源
- 17 誘電体線路
- 18 導波管

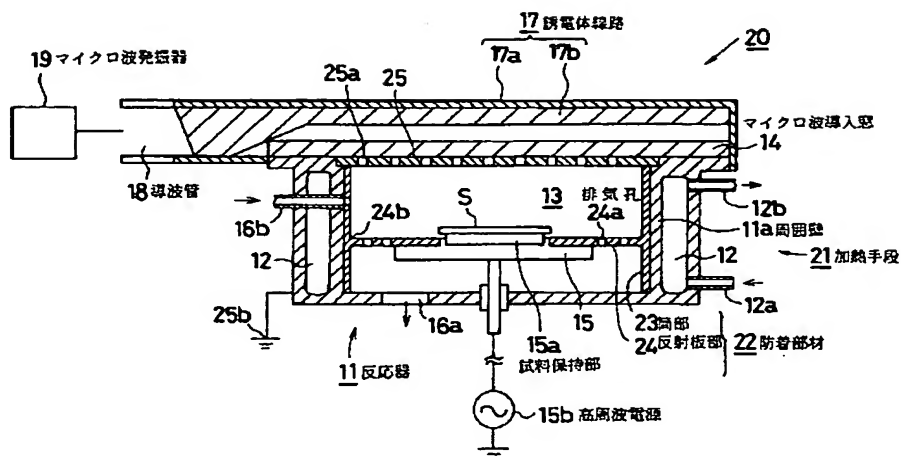
13

14

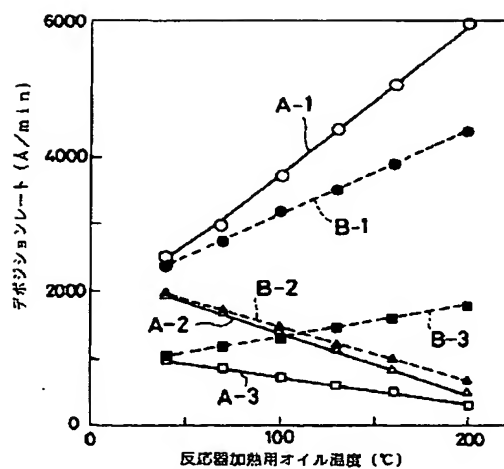
- 19 マイクロ波発振器
21 加熱手段
22 防着部材

- 23 筒部
24 反射板部
24a 排気孔

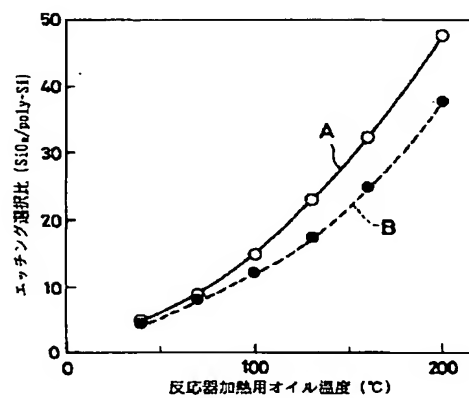
【図 1】



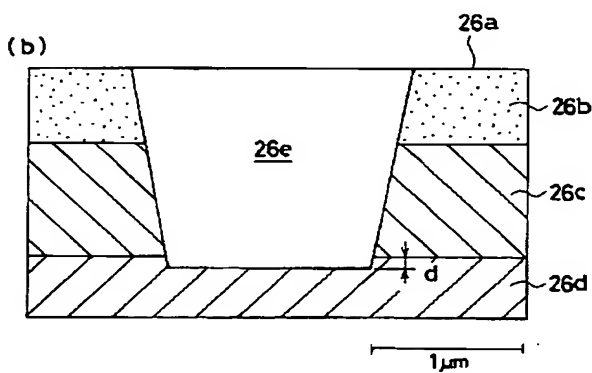
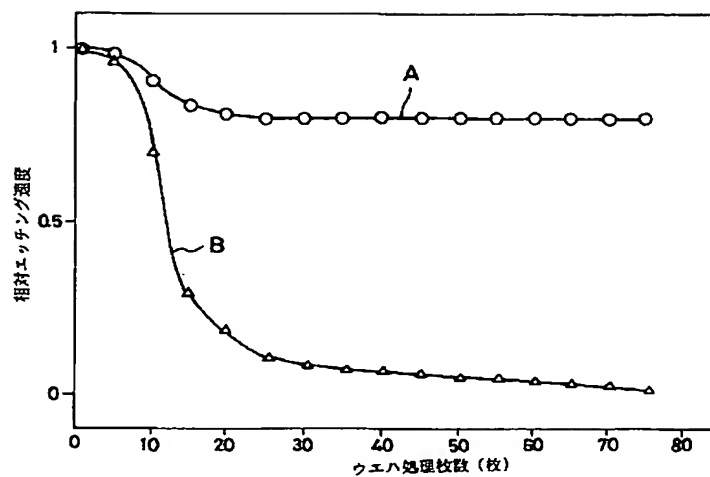
【図 2】



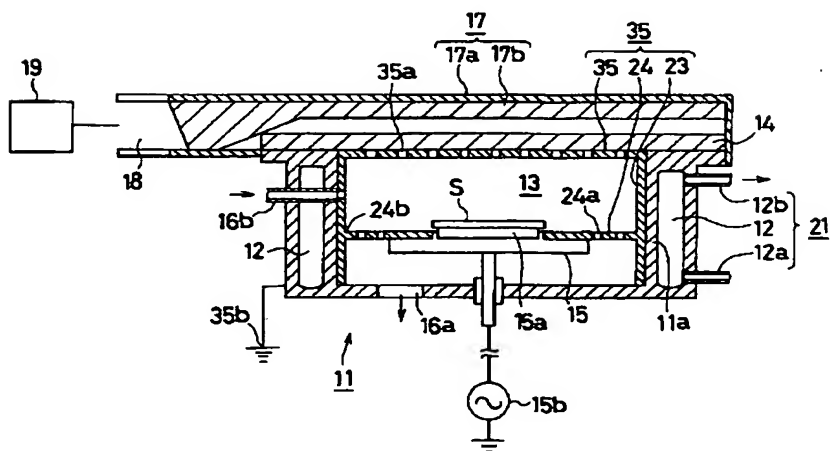
【図 3】



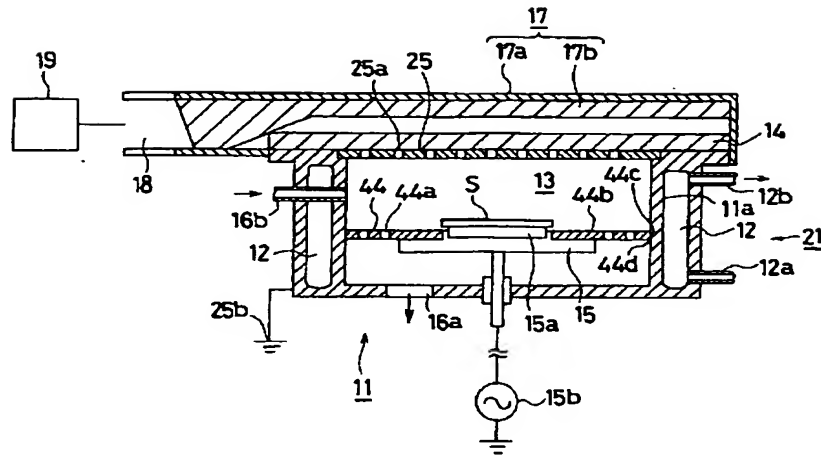
【図 5】



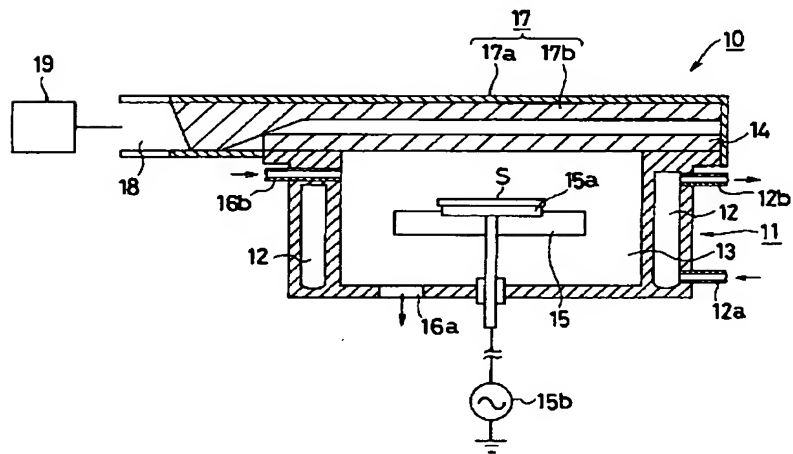
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 片山 克生
大阪府大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 33 号
住友金属工業株式会社内

(72)発明者 秋元 健司
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株
式会社内